

555时基电路应用手册

H.M.柏林 著

周绍杰、王儒全 译

上海市科技咨询服务中心情报中心

一九八五年十二月

前 言

“555”时基集成电路是七十年代中期国外发展起来的一种被誉为革命性的模拟集成电路。之所以给它如此高的荣誉，主要在于它的应用实在是任何其他集成电路所不能比拟的。我们相信广大读者阅读此书后也会得出这一结论的。555电路一经问世，就有不少集成电路厂家竞相生产，并且都冠之以“555”的大名。“555时基集成电路手册”是在“555”广泛应用之后，将其各种各样用途收集、整理、汇编而成。因此，本书在美国问世后十分畅销，很快就重印了三次。

国内自七十年代末以来，也先后有上海元件五厂、苏州半导体总厂等单位生产“555”集成电路块；在各种专业报刊上时常可见到有关它的应用文章。上海无线电十四厂还将其由双极型工艺制造改为CMOS工艺制造，不仅保持了双极型555电路的优点，而且增添了CMOS电路的优点。所以在本书译文之后，增添了上海无线电十四厂三位工程师撰写的介绍文章。

本书的另一特点是，给出了十七个实验。这对初次使用该电路的读者会有极大帮助。而这十七个实验又代表了“555”在各个领域的典型应用。

本书在美国是作为在职工程技术人员进行“知识更新再教育系列丛书”之一的面貌出版的。这套书是有关微电子、集成电路、微处理机方面的，共有28种。除本书和“VMOS电路应用手册”已译出外，打算将其他书籍也陆续择优出版，以飨读者。

本书特别适合于自动化、仪器仪表、电子电器、自动控制、计算机,业余无线电等科技人员阅读;对低年级大学生、中专技校学生亦可参考。对于指导中学生的电子科技活动亦有相当的参考价值。因为本书给出了100余个有关线路,浅显易懂,图文并茂。

让“555时基电路应用手册”成为你工作中的好助手吧!

译 者

1985.10.

目 录

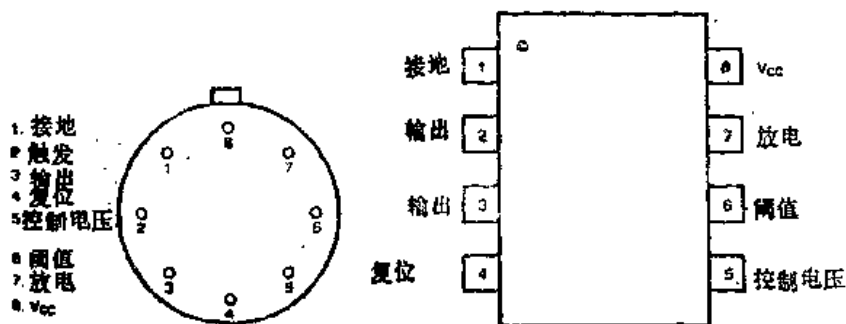
第一章	555定时器介绍.....	(1)
第二章	单稳态工作原理.....	(11)
第三章	非稳态工作原理.....	(24)
第四章	在电源电路中的应用.....	(36)
第五章	在测量和控制中的应用.....	(46)
第六章	在游戏中的应用.....	(82)
第七章	在汽车和家庭中的应用.....	(89)
第八章	在主报警铃中的应用.....	(104)
第九章	在业余爱好中的应用.....	(111)
第十章	用555定时器进行的实验.....	(128)
参考文献		(160)

第 一 章

555 定 时 器 介 绍

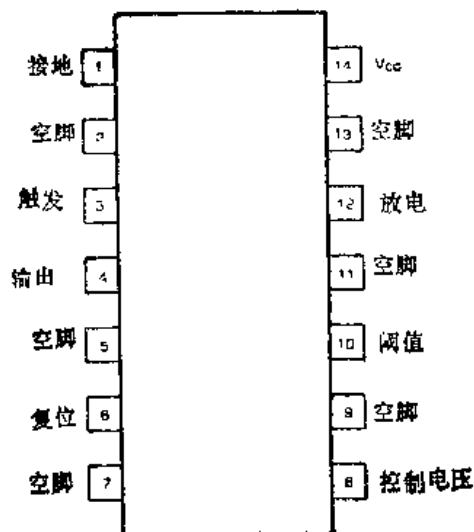
为了充分理解手册中众多的 555 定时器应用,我们先考察一下该器件的内部结构和功能。

555 集成电路定时器系单片定时电路,封装形式有 8 引脚 TO-99 圆形封装、8 引脚小型双列直插式封装和 14 引脚双列直插式封装三种,见图 1—1。Signetics 公司是第一家介绍这种器件的公司,型号为 SE555/NE555。此后,其它公司相继生产并上市了以各自型号命名的产品,见表 1。最近,又有几家公司将两个独立的 555 定时器封入一个 14 引脚双列直插式管壳内,叫做 556 双定时器,见图 1—2。但有一个例外,Teledyne 公司将其生产的双 555 命名为 D555。由表 1—1 可见,大多数公司生产两种型号的 555 定时器。在这种情况下,前面一个型号表示军用型号,其电特性和热学特性均优于商用型号。这类似于 TTL 集成电路的 5400 系列和 7400 系列规范。



(A) 8 引脚 T 封装

(B) 8 引脚 V 封装



(C) 14引脚双直插式封装

图1-1. 555定时器封装类型

表1-1. 555定时器生产厂家

生 产 厂 家	型 号
Exar	XR-555
Fairchild	NE555
Intersil	SE555/NE555
Lithic Systems	LC555
Motorola	MC1455/MC1555
National	LM555/LM555C
Raytheon	RM555/RC555
RCA	CA555/CA555C
Texas Instruments	SN52555/SN72555

555定时器内部是一个由20多只晶体管、15个电阻器和两个二极管构成。晶体管、电阻器和二极管数目因各公司而异。Signetics公司的555定时器等效电路示于图1-3。为了进行比较,RCA公司、国家半导体公司和Exar公司制造的555定时器分别示于图1-4、图1-5和图1-6。在任何情况下,所有这些等效电路都可简化成图1-7的方框图,并同时都提供控制、触发、电平读出或比较、放电和功率输出等多种功能。第二章和第三章将讲述与单稳态和非稳态工作有关的每一级的功能。

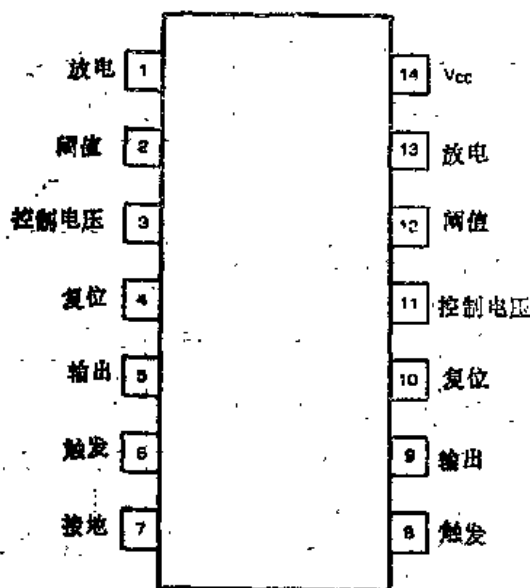


图1-2. 555双定时器

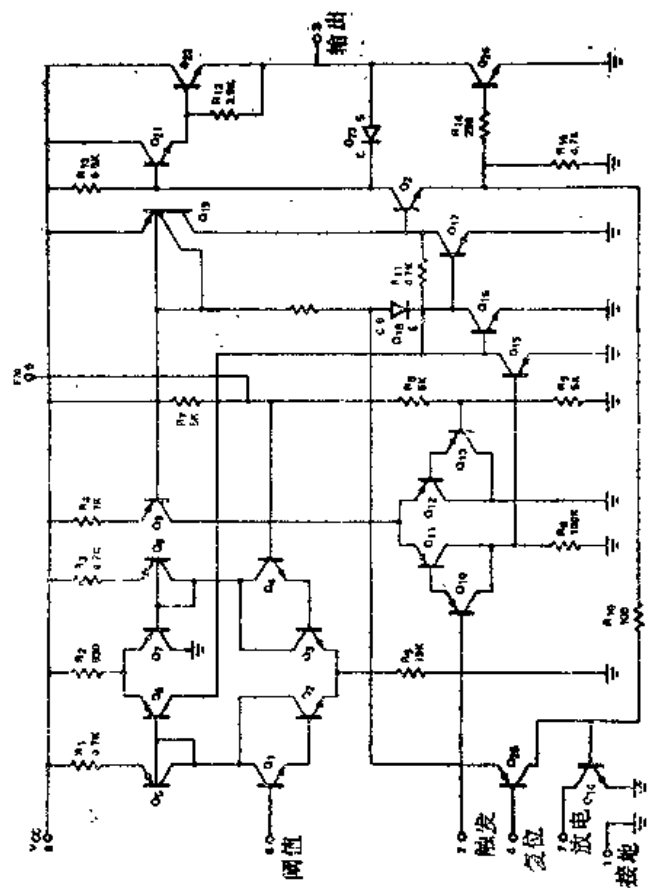


图1-3. 555定时器等效电路 (Signetics 公司提供)

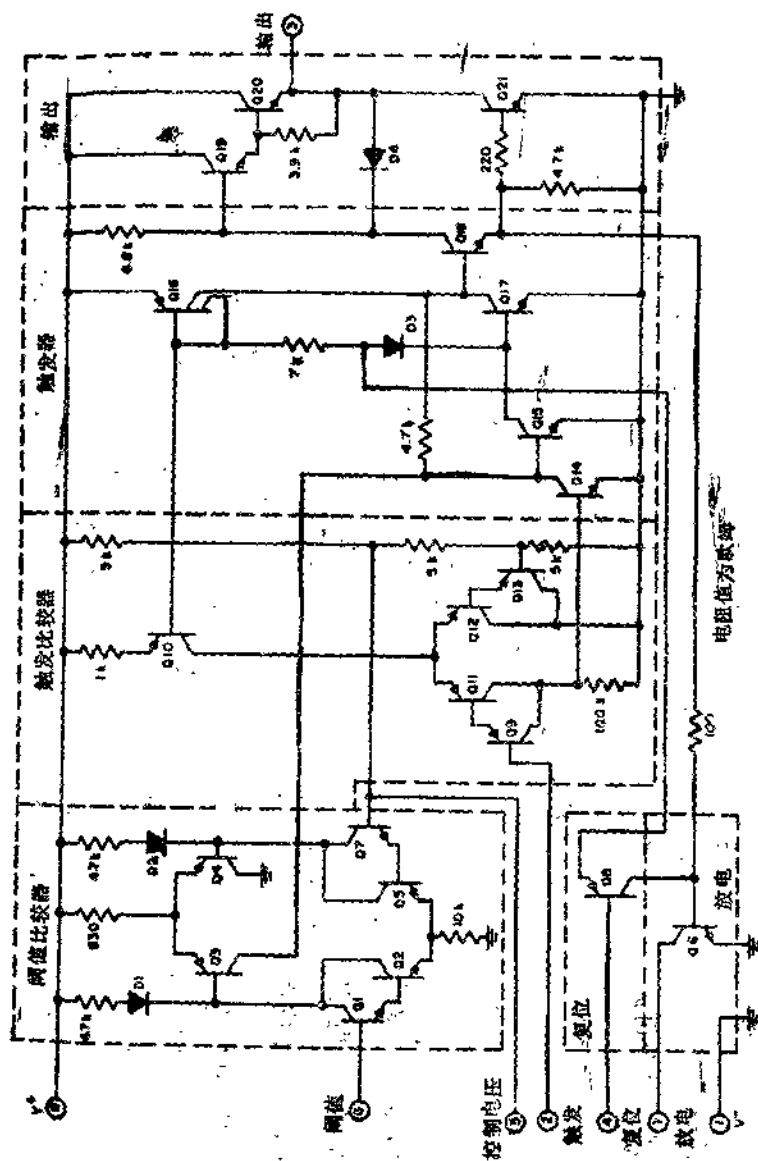


图1-5. 555定时
器等效电路（国
家半导体公司提
供）

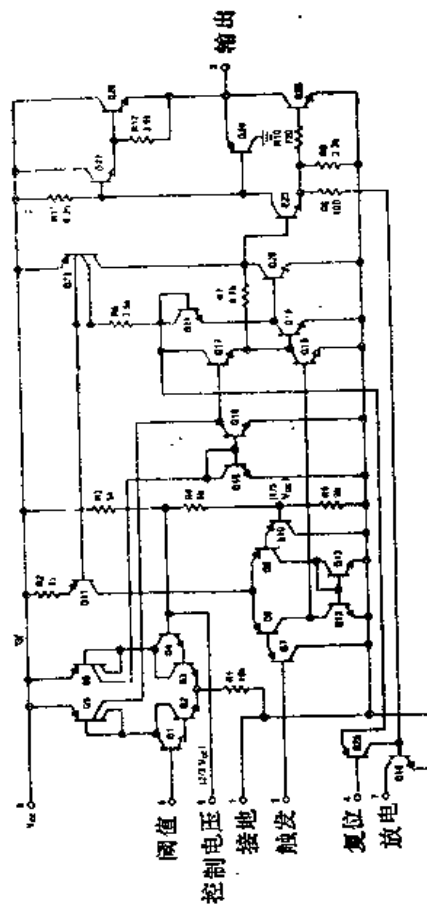
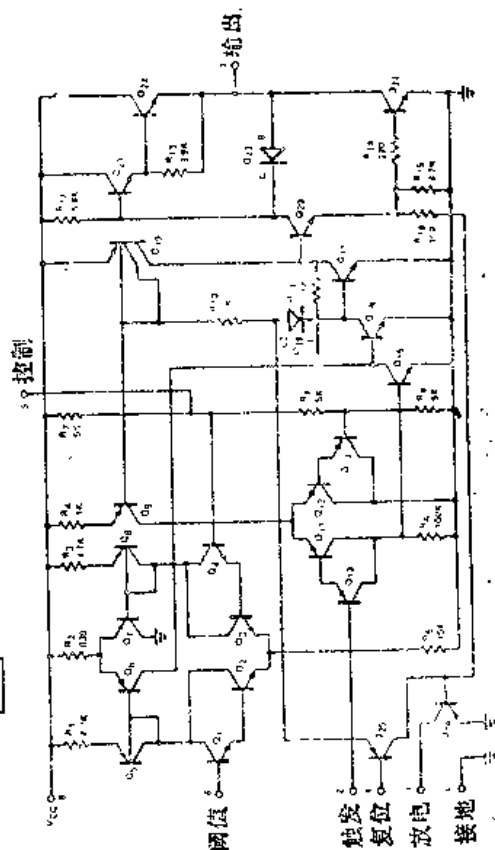


图1-6. 555定时
器等效电路
（Exar 集成系
统公司提供）



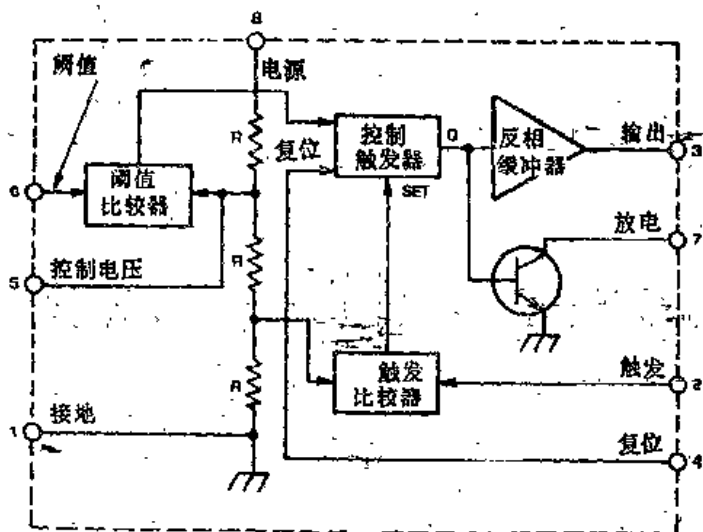


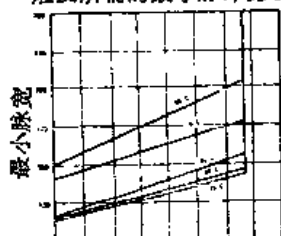
图1-7. 上述各等效电路的简化框图

表1-2示出了555定时器的特殊电特性。它们是表1-1中所有型号的典型值。图1-8示出了典型功能曲线。应该指出的是，555 定时器具有高精度和高稳定性。起始单稳态定时精度一般不超过其计算值的1%，随电源电压的漂移可忽略不计（0.1%/V）。因此，可忽略不计长期的电源变化，而且温度变化仅为 50ppm/°C（0.005%/°C）。

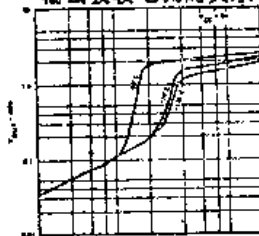
除另有注明外，下面几章提及的电路均指8引脚555定时器。对于使用以上定时器的电路，可使用556双定时器。

典型特性曲线

触发所需的最小脉冲宽度

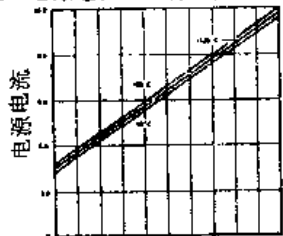


触发脉冲最低电平
低电平输出电压与
输出吸收电流的关系

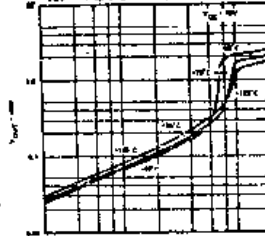


吸收电流

电源电流与电源电压的关系

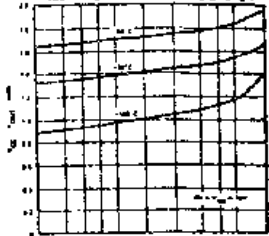


电源电压
低电平输出电压与
输出吸收电流的关系

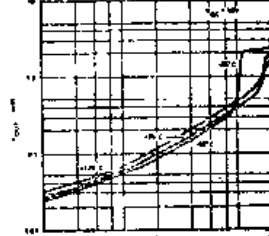


吸收电流

高电平输出压降与
输出供给电流的关系

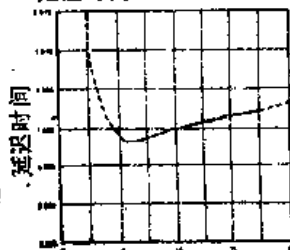


供给电流
低电平输出电压与
输出吸收电流的关系



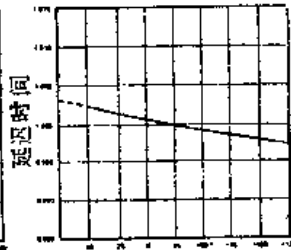
吸收电流

延迟时间与电源电压的关系



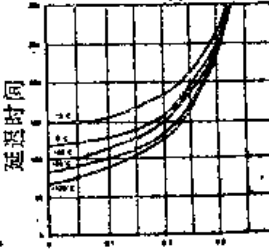
电源电压

延迟时间与温度电压的关系



温度 $^{\circ}\text{C}$

传输延迟与触发脉冲
电压电平的关系



触发脉冲最低电压电平

图1-8. 典型555定时器特性曲线

表1-2. 模拟集成电路

电特性 (除另有注明外, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V} \sim +15\text{V}$)

参数	测试条件	SE555		NE555		单位
		最小值	典型值	最大值	典型值	最大值
电源电压	$V_{CC} = 5\text{V}, R_L = \infty$	4.5		18		V
电源电流	$V_{CC} = 15\text{V}, R_L = \infty$		3	5	3	mA
	低电平状态, 注1		10	12	10	mA
定时误差	$R_A, R_B = 1\text{K}\Omega \sim 100\text{K}\Omega$					%
起始精度	$C = 0.1\mu\text{F}$, 注2		0.5	2	1	PPM
随温度漂移			30	100	50	%/Volt
随电压漂移			0.005	0.20	0.01	$\times V_{CC}$
阈值电压			2/3		2/3	V
触发电压	$V_{FC} = 15\text{V}$	4.8	5	5.2	5	V
	$V_{CC} = 5\text{V}$	1.45	1.67	1.9	1.67	V
触发电流			0.5	1.0	0.5	μA
复位电压		0.4	0.7	0.4	0.7	V
复位电流			0.1		0.1	mA
阈值电流	注3		0.1	.25	0.1	μA
控制电压	$V_{CC} = 15\text{V}$	9.6	10	10.4	10	V
电平	$V_{CC} = 5\text{V}$	2.9	3.33	3.8	3.33	V

续表1-2

	V _{cc} = 15V I _{SINK} = 10mA I _{SINK} = 50mA I _{SINK} = 100mA I _{SINK} = 200mA V _{ec} = 5V I _{SINK} = 8mA I _{SINK} = 5mA		0.1 0.4 2.0 2.5 0.1 12.5	0.15 0.5 2.2 0.25		0.1 0.25 12.5	V V V V V V
↓ 压降 (低)	I _{SOURCE} = 200mA V _{cc} = 15V I _{SOURCE} = 100mA V _{cc} = 15V V _{cc} = 5V	13.0 3.0 13.3 3.3 100 100	12.75 2.75	13.3 3.3 100 100	nsec nsec		
↑ 压降 (高)							
出上升时间							
出下降时间							

1. 输出高电平典型值小于 1 mA 时的电源电流。
2. 在 $V_{CC} = 5V$ 和 $V_{CC} = 15V$ 条件下测试。
3. 这将决定 $R_A + R_D$ 最大值。在 15 V 工作时, 最大总 $R = 20$ 兆欧。

第 二 章

单稳态工作原理

本章将讨论 555 定时器作单稳态或冲息多谐振荡器所必需的外部元件和连接。

工作原理

作单稳态工作的器件连接示于图 2-1。维持（备用）状态时（见图 2-2 A），控制触发器使 Q1 保持导通，从而使外部定时电容器 C 钳位至接地。这时输出（引脚 3）处于地电位或低电平。三个 $5K\Omega$ 内部电阻器作为分压器，分别提供 $2/3V_{CC}$ 和 $1/3V_{CC}$ 的偏置电压。由于这两个电压固定必需的比较器阈值电压，它们也有助于确定定时间隙。

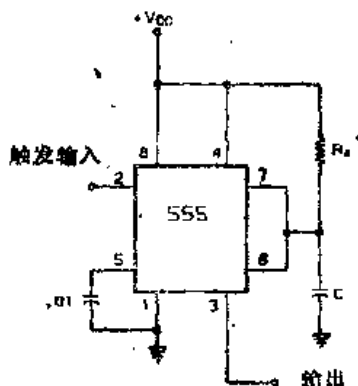


图 2-1. 单稳态多谐振荡器

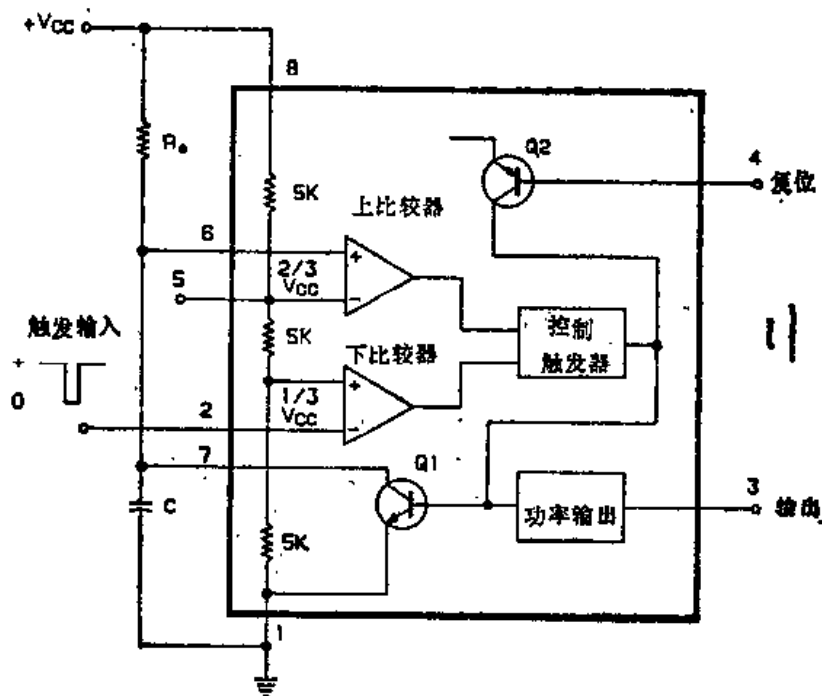


图2-2. 555定时器集成电路

↑ (A) 方框图

→ (B) 定时脉冲

复位

触发

电容器电压

输出

复位



附加脉冲对输出无影响



2/3 Vcc
0V



+ Vcc
0V



+ Vcc
0 V

定时间随终止输出脉冲期间施加的复位脉冲

由于下比较器偏置于 $1/3V_{CC}$ ，只要触发输入端（引脚2）保持在 $1/3V_{CC}$ 以上，它就保持在维持状态。当仅由负沿脉冲触发时，下比较器使跨接定时电阻器避免短路的内部触发器置位，从而使 Q1 截止，输出变为高电平（近似于 V_{CC} ）。由于定时电容器这时没被钳位，此时该电容器的两端电压经 R_a 指数地上升到 V_{CC} ，时间常数为 $R_a C$ 。经一段时间后，电容器电压相等于 $2/3V_{CC}$ ，上比较器使内部触发器复位，从而又使电容器快速放电至地电位，使 Q1 导通。结果，这时输出回复到维持状态或地电位。

555 单稳态定时时序示于图 2-2 B。该电路在电平低于 $1/3V_{CC}$ 时方由负沿脉冲触发。一旦触发，输出将高电平维持到置位时间结束，即使在该间隙时间被再次触发，也是这样。由于外部电容器的电压指数地从 0 变至 $2/3V_{CC}$ ，因此

$$\Delta V = V_{CC} (1 - e^{-t/R_a C})$$

$$2/3V_{CC} = V_{CC} (1 - e^{-t/R_a C}) \quad (\text{方程2-1})$$

或者

$$t = -R_a C \ln(1/3)$$

这样输出为高电平时的时宽等于

$$t = 1.1R_a C \text{ (秒)}$$

图2-3示出了产生给定时间延迟所必需的各种 R_a 和 C 的组合。由于充电速率和比较器阈值二者均直接正比于电源电压，由方程2-2给出的定时间隙与电源电压无关。因而，电源电压的变化会影响充电速率和比较器阈值，但不影响定时间隙的变化。

另一方面，如果负沿脉冲在此定时周期内同时施加到复位端（引脚4）和触发输入端（引脚2），外部定时电容器立即放电，定时周期再次开始。复位端这时起禁止器作用。当